

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-19120

(43)公開日 平成9年(1997)1月17日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
H 02 K 21/16			H 02 K 21/16	M
1/27	5 0 1		1/27	5 0 1 A
11/00			H 02 P 5/28	3 0 3 L
H 02 P 5/28	3 0 3		H 02 K 11/00	U

審査請求 未請求 請求項の数12 FD (全10頁)

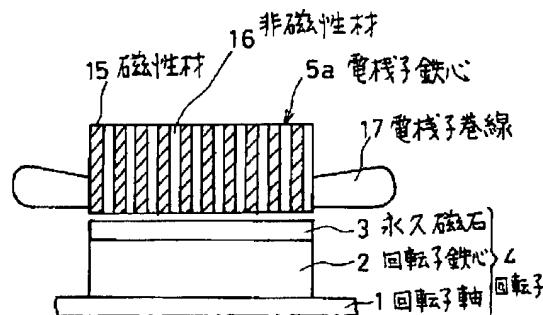
(21)出願番号	特願平7-259413	(71)出願人	000005234 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(22)出願日	平成7年(1995)9月12日	(72)発明者	真下 明秀 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平7-124434	(74)代理人	弁理士 駒田 喜英
(32)優先日	平7(1995)4月25日		
(33)優先権主張国	日本 (JP)		

(54)【発明の名称】回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機

## (57)【要約】

【課題】残留磁束密度の低い、安価な永久磁石を設けた回転子からなる永久磁石形同期電動機においても、電機子鉄心または回転子鉄心に高磁束密度領域を形成して、回転子の磁極極性が判別できるような永久磁石形同期電動機の構造を提供する。

【解決手段】電機子鉄心5aを軸方向に磁性材15と非磁性材16とを交互に積層して構成して、回転子鉄心2に設けられた永久磁石3から発生する磁束によって電機子鉄心5aが磁束密度の磁化特性上の変曲点付近になるように形成させ、電機子巻線17にパルス電圧を印加し、その過渡時における電機子巻線17の増磁及び減磁方向での応答電流の差を大きくして、回転子鉄心4に設けられた永久磁石3の磁極の位置と極性とを判別できるような構成とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】回転子鉄心に永久磁石を設けた永久磁石形同期電動機であって、電機子鉄心の磁束密度を磁化特性上の変曲点付近になるように構成して、永久磁石形同期電動機の3相の電機子巻線のうち1相の巻線と他の短絡された2相との間に正ならびに負方向のパルス電圧を印加し、これらのパルス電圧を印加した相の印加後過渡時の両方の応答電流の大きさを検出し、検出された応答電流の大きさから前記電機子鉄心の磁化特性において増磁方向か減磁方向かを判定し、前記パルス電圧を印加した電機子巻線の相に對向する磁極がN極かS極かを判別する永久磁石形同期電動機において、回転子鉄心に設けられた永久磁石から発生する磁束により電機子鉄心の磁束密度が磁化特性上の変曲点付近になるように、電機子鉄心を磁性材と非磁性材とを交互に積層して構成し、磁性材部分の軸方向の寸法を縮小したことを特徴とする回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機。

【請求項2】請求項1に記載の回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機において、電機子鉄心を構成する非磁性材が、熱の良導体からなることを特徴とする回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機。

【請求項3】回転子鉄心に永久磁石を設けた永久磁石形同期電動機であって、回転子鉄心の磁束密度を磁化特性上の変曲点付近になるように構成して、永久磁石形同期電動機の3相の電機子巻線のうち1相の巻線と他の短絡された2相との間に正ならびに負方向のパルス電圧を印加し、これらのパルス電圧を印加した相の印加後過渡時の両方の応答電流の大きさを検出し、検出された応答電流の大きさから前記回転子鉄心の磁化特性において増磁方向か減磁方向かを判定し、前記パルス電圧を印加した電機子巻線の相に對向する磁極がN極かS極かを判別する永久磁石形同期電動機において、回転子鉄心に設けられた永久磁石から発生する磁束により回転子鉄心の磁束密度が磁化特性上の変曲点付近になるように、回転子鉄心を磁性材と非磁性材とを交互に積層して構成し、磁性材部分の軸方向の寸法を縮小したことを特徴とする回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機。

【請求項4】回転子鉄心に永久磁石を設けた永久磁石形同期電動機であって、回転子鉄心の磁束密度を磁化特性上の変曲点付近になるように構成して、永久磁石形同期電動機の3相の電機子巻線のうち1相の巻線と他の短絡された2相との間に正ならびに負方向のパルス電圧を印加し、これらのパルス電圧を印加した相の印加後過渡時の両方の応答電流の大きさを検出し、検出された応答電流の大きさから前記回転子鉄心の磁化特性において増磁方向か減磁方向かを判定し、前記パルス電圧を印加した電機子巻線の相に對向する磁極がN極かS極かを判別する永久磁石形同期電動機において、永久磁石形同期電動機の回転子鉄心を突極部を有する突極形状として、この回転子鉄心の外周に円筒状の永久磁石を配して前記突極

部に位置する部分を着磁させて回転子を構成し、前記突極部間の磁極間の回転子鉄心の径方向の厚さを薄くし、これを永久磁石からの磁束路として回転子鉄心の磁束密度が磁化特性上の変曲点付近になるように構成したことと特徴とする回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機。

【請求項5】回転子鉄心に永久磁石を設けた永久磁石形同期電動機であって、回転子鉄心の磁束密度を磁化特性上の変曲点付近になるように構成して、永久磁石形同期電動機の3相の電機子巻線のうち1相の巻線と他の短絡

された2相との間に正ならびに負方向のパルス電圧を印加し、これらのパルス電圧を印加した相の印加後過渡時の両方の応答電流の大きさを検出し、検出された応答電流の大きさから前記回転子鉄心の磁化特性において増磁方向か減磁方向かを判定し、前記パルス電圧を印加した電機子巻線の相に對向する磁極がN極かS極かを判別する永久磁石形同期電動機において、永久磁石形同期電動機の回転子鉄心を回転子鉄心内径方向の厚さを薄くした円筒形鉄心として、この回転子鉄心の外周に円筒状の永久磁石を配して、この永久磁石から発生する磁束により前記回転子鉄心の磁束密度が磁化特性上の変曲点付近になるようにしたことを特徴とする回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機。

【請求項6】請求項4又は5に記載の回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機において、回転子鉄心と回転子軸との間に非磁性層を設けたことを特徴とする回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機。

【請求項7】請求項6に記載の回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機において、回転子鉄心の内径側に突出する突出部と、この突出部と嵌合する非磁性層に設けられた凹部とから構成された前記回転子鉄心と非磁性層とを結合する結合部を、磁極の真下に設けたことを特徴とする回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機。

【請求項8】回転子鉄心に永久磁石を設けた永久磁石形同期電動機であって、回転子鉄心の磁束密度を磁化特性上の変曲点付近になるように構成して、永久磁石形同期電動機の3相の電機子巻線のうち1相の巻線と他の短絡された2相との間に正ならびに負方向のパルス電圧を印加し、これらのパルス電圧を印加した相の印加後過渡時の両方の応答電流の大きさを検出し、検出された応答電流の大きさから前記回転子鉄心の磁化特性において増磁方向か減磁方向かを判定し、前記パルス電圧を印加した電機子巻線の相に對向する磁極がN極かS極かを判別する永久磁石形同期電動機において、回転子鉄心内の横軸上に回転子鉄心の周方向に着磁された永久磁石を埋め込んで回転子を構成する埋め込み式永久磁石形同期電動機として、前記永久磁石間の回転子鉄心の軸方向に永久磁石の磁束路方向と交差するように複数の貫通孔を設け

て、これらの貫通孔間の回転子鉄心部を永久磁石の磁束

路として回転子鉄心の磁束密度を磁化特性上の変曲点付近になるようにしたことを特徴とする回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機。

【請求項9】請求項8に記載の回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機において、回転子鉄心の貫通孔が永久磁石の磁束路方向と交差する方向に延びるスリット形状からなるものであることを特徴とする回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機。

【請求項10】請求項8に記載の回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機において、回転子鉄心の貫通部が蜂の巣形状のものであることを特徴とする回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機。

【請求項11】請求項8～10に記載のいずれかの回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機において、永久磁石を台形状として幅広の底部を回転子軸方向に位置させて回転子鉄心に埋め込んだことを特徴とする回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機。

【請求項12】請求項8～11に記載のいずれかの回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機において、回転子軸の周上に円筒状の永久磁石を設けたことを特徴とする回転子磁極極性の判別可能な永久磁石形同期電動機

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、回転子の磁極の位置の検出を検出用機器を用いることなく検出するセンサレス駆動される永久磁石形同期電動機の構造に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】図11～図13は、従来の永久磁石形同期電動機の回転子磁極極性を検出する方法を示すもので、図11は回転子に設けられた永久磁石及び電機子巻線に流した電流による磁束を示す図、図12は電機子鉄心の磁化特性と磁束密度との関係を示す線図、図13は電機子巻線にパルス電圧を印加した時の電流を示す線図である。ところで、可変速駆動する永久磁石形同期電動機は始動時の速応性及び発生トルクが大きいことが要求されるために、回転子の界磁極の位置を検出する必要がある。この磁極の位置を検出するセンサとして、従来よりレゾルバ又はホール素子等の位置検出器を設ける構成が知られているが、これらのセンサを設けることにより電動機の体格が大きくなり、また検出器からの信号を検出する回路等が必要となることから装置の価格が上昇する等の問題があった。これらを解決するために前記した位置検出センサを用いることのないセンサレス方式としては、回転子が突極性を持つ場合に、電機子巻線の各相のリアクタンスが回転子の位置によって異なるので、このリアクタンスを検出して回転子の磁極位置を検出する方法、及び各相の電圧、電流の瞬時値を3相-2相変換して、直軸(d軸)、横軸(q軸)とのずれ角を求める

回転子の磁極位置を検出する等の方法がある。

【0003】しかしながら、前記したセンサレス方式は、回転子の磁極の位置は検出しても磁極のN極かS極かの極性の判別ができないために、電機子巻線に流す電流の方向を決定できないという問題があった。前記した問題を解決する回転子磁極の極性を検出する方法として、本願発明と同一出願人にて提案された特願平7-155108号に記載の方法がある。この方法は、回転子鉄心に設けられた永久磁石により発生する磁束により励

10 磁する固定子鉄心である電機子鉄心、又は回転子鉄心の磁束密度が、予め磁化特性の変曲点付近になるように磁束密度領域を設けておき、電機子巻線に流す電流による磁束が前記電機子鉄心又は回転子鉄心の磁束を増磁する方向か、減磁する方向かで異なる巻線のインダクタンスをパルス電圧の印加後の電流の応答差で検出して、磁極の極性を判別するものである。

【0004】即ち、図11の回転子軸1に装着された回転子鉄心2の外径側に円筒形の永久磁石3が取り付けられ径方向に着磁されて磁極を構成した回転子4と、この回転子4の外径側に電機子鉄心5が配置されて、この電機子鉄心5に電機子U相巻線(正方向)6、U相巻線(負方向)7、V相巻線(正方向)8、V相巻線(負方向)9、W相巻線(正方向)10、W相巻線(負方向)11が巻かれた固定子12において、前記電機子鉄心5の永久磁石3の発生による磁束による磁束密度Bを図12に示す磁化特性曲線の変曲点Oの付近になるように設定しておく。図11の電機子巻線U相6、7の電機子鉄心5の真下に磁極が存在するとき、V、W相の電機子巻線を短絡し、U-VW相間の電機子巻線に図13に示す

20 正の方向のパルス電圧Vpを印加する。このとき電機子巻線に流れる電流が図11の如く流れると、この電流により生成される破線矢印の方向の磁束13と、永久磁石3による実線矢印の方向の磁束14とが同一方向に流れた場合には、電機子鉄心5の磁束密度が増磁方向になる。

【0005】また、電機子巻線に負の方向のパルス電圧Vnを加えたときは、電機子巻線に流れる電流方向及び磁束13の方向は前記した図11の方向とは逆となり、電機子鉄心5の磁束密度が減磁方向となる。図12により、前記した電機子巻線に正及び負の方向のパルス電圧を印加しての増磁方向の電流変化H1に対する磁束量変化B1は、減磁方向の電流変化H2に対する磁束変化量B2より小さいために、電機子巻線のインダクタンスは磁束変化量に比例するので、増磁方向のときは減磁方向のときに比べて電機子巻線のインダクタンスは小さくなる。このインダクタンスの違いにより、図13に示すように正及び負方向のパルス電圧Vpの印加後の増磁方向電流Ap1と減磁方向電流Ap2とで電流の立ち上がりに差がでてくる。従って、図11においてU相の真下にある

40 磁極がN極のときは、前記したように正のパルス電圧を

印加すると図のように増磁方向となり、負のパルス電圧にて減磁方向となる。このように予めパルス電圧の印加方向を決めておけば電機子巻線の応答電流の大小によりN極とS極の磁極の判別が可能となる。

【0006】上記の構成は、電機子鉄心5の磁束密度が永久磁石3から発生する磁束14により磁化特性の変曲点付近に位置するように構成したものであるが、前記したように回転子鉄心2の磁束密度を前記した永久磁石3から発生する磁束14により磁化特性上の変曲点になるように磁化させた構成においても、前記と同様に電機子巻線に正及び負の方向のパルス電圧を印加したときの回転子鉄心2の磁束密度の増磁及び減磁方向を、電機子巻線の応答電流により検出することにより永久磁石形同期電動機の磁極を判別することが可能である。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、回転子鉄心に設けられた永久磁石の磁極極性の検出には、前記したように永久磁石から発生する磁束により電機子鉄心又は回転子鉄心の磁束密度が磁化特性上の変曲点付近になるように設定する必要がある。このためには残留磁束密度の大きい高保持力の永久磁石を用いる必要がある。このような永久磁石としては稀土類磁石等があり、これらを用いた永久磁石形同期電動機も開発されている。しかしながら、前記した残留磁束密度の大きい高保持力の永久磁石は高価であり、特に大容量の大形の永久磁石形同期電動機においては、電動機の価格に占める永久磁石の割合が非常に大きくなり電動機が高価になるという問題があった。

【0008】このために、前記した高価な稀土類磁石等の永久磁石より残留磁束密度の低い、例えばフェライトのような安価な永久磁石を使用して、電機子鉄心幅又はティース幅を縮小して、前記の永久磁石からの発生磁束により電機子鉄心に所定の高磁束密度領域を得るようによることも可能である。しかしながら、このような電機子鉄心の寸法を縮小して磁束密度を上げることは、鉄損の増加による発熱を招き、更に放熱面積の減少により電機子鉄心の温度上昇が激しくなる恐れがあるという問題もあった。

【0009】この発明の課題は、前記の問題を解決した残留磁束密度の低い、安価な永久磁石を設けた回転子からなる永久磁石形同期電動機においても、前記した方法によって永久磁石の磁極極性が検出できるような鉄心に高磁束密度領域を形成させてるとともに、電機子鉄心の温度上昇を招くことのない永久磁石形同期電動機の構造を提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上記した課題を解決するために、この発明は、電機子鉄心又は回転子鉄心の磁束密度を磁化特性上の変曲点付近になるように構成して、永久磁石形同期電動機の3相の電機子巻線のうち1相の

巻線と他の短絡された2相との間に正ならびに負方向のパルス電圧を印加し、これらのパルス電圧を印加した相の印加後過渡時の両方の応答電流の大きさを検出し、検出された応答電流の大きさから前記電機子鉄心又は回転子鉄心の磁化特性において増磁方向か減磁方向かを判定し、前記パルス電圧を印加した電機子巻線の相に対向する磁極がN極かS極かを判別する永久磁石形同期電動機において、電機子鉄心又は回転子鉄心を磁性材と非磁性材とを交互に積層して構成するものとする。これにより、電機子鉄心又は回転子鉄心に占める永久磁石から発生する磁束路となる磁性材の体積を縮小できるので、電機子鉄心又は回転子鉄心の磁束密度が磁化特性上の変曲点付近になるような、磁極極性判別に必要な高磁束密度領域を得ることができる。

【0011】なお、上記の電機子鉄心を磁性材と非磁性材とを交互に積層する構成では、非磁性材に電機子巻線及び前記した電機子鉄心の磁性材からの発熱を放熱する放熱部の機能を持たせることにより、電機子鉄心を構成する磁性材の縮小による温度上昇の問題を解消することができるが、高磁束密度領域が交流磁場中に形成されるので、電機子鉄心渦電流損による鉄損の増加は避けられない。したがって、前記した電機子を構成する磁性体と交互に積層する非磁性体を熱の良導体とすることにより、前記した鉄損の増加に伴う発熱を、前記した非磁性体を介してフレームに熱伝達させることにより電機子鉄心の冷却効率を上げさせることができる。

【0012】また、回転子鉄心を突極形として円筒状の永久磁石を配する構成として極間の切り欠かれた鉄心の部分の径方向の厚さを薄く形成するか、または径方向に薄い回転子鉄心を用いて、これらの回転子鉄心薄部を永久磁石の磁束路として磁束密度を上げることにより、高磁束密度領域を得るようとする。上記の構成においては、回転子鉄心と回転子軸との間に非磁性層を設けて磁気的に切り離す構造を採用することが好ましい。

【0013】また、回転子鉄心中の横軸(q軸)上に板状の永久磁石を埋め込み式永久磁石形同期電動機の場合には、回転子鉄心の軸方向に永久磁石からの磁束路を阻害するスリット又は多角形状の蜂の巣形状等の貫通孔を設けて、これらの貫通孔間の回転子鉄心部に磁束を集中させることにより、回転子鉄心に磁束密度が磁化特性上の変曲点付近になるような高磁束密度領域を形成させることができ、駆動時の永久磁石形同期電動機の回転子の磁極極性の位置検出が可能となる。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】以下この発明の実施の形態を図に基づいて説明する。

##### 実施の形態1

図1は、この発明の第1の実施の形態になる永久磁石形同期電動機の要部断面図である。図1の電機子鉄心5aは、磁性鋼板、けいそ鋼板等の磁性材15からなる電気

鋼板と、非磁性材16からなる鋼板を交互に軸方向に積層して、磁性材15と非磁性材16との割合が等分となるようにして円筒状に形成したものである。この場合には、電機子鉄心5aに占める磁性材15の軸方向の断面積は、前記した非磁性材16を用いない従来の電機子鉄心5(図11)の1/2となる。従って、永久磁石3から発生した磁束の殆どが磁気抵抗の低い磁性材15の部分を通るために、電機子鉄心5aの磁気飽和による磁気抵抗の増加に伴う永久磁石3の発生磁束の減少を無視すれば、電機子鉄心5aを構成する磁性材15の部分の磁束密度は、従来の磁性材15のみから構成されている電機子鉄心における磁束密度の2倍となる。

【0015】このために、前記した回転子鉄心2に残留磁束密度の低い安価なフェライトからなる永久磁石3を設けて磁極を構成した回転子4からなる永久磁石形同期電動機においても、永久磁石3から発生する磁束により電機子鉄心5aに高磁束密度領域を形成して、磁束密度を磁化特性上の変曲点付近になるようにすることができるので、前記した検出方法によって磁極の位置及び極性の特定及び判別をすることができる。

【0016】また、前記した図1の電機子鉄心5aを構成する非磁性材16を、ステンレス鋼板、あるいはニッケル鋼板よりも銅板又はアルミ合金板のような熱の良導体の材料とすることにより、熱伝導率を約20~15倍、あるいは約6~4倍とすることができます、かつ磁性材15のけいそ鋼板より熱伝導率を約5倍とすることができます。したがって、前記した電機子鉄心5aの磁性材15の鉄損による発熱、及び電機子巻線17の通電時の発熱を速やかに電機子鉄心5aを保持する図示しないフレームに熱伝達して電機子鉄心5aの冷却効率を上げることができるので、電機子鉄心5aの高磁束密度領域を形成することによる温度上昇による過熱を防止することができる。

#### 【0017】実施の形態2

図2は、この発明の第2の実施の形態になる永久磁石形同期電動機の要部断面図である。この発明は、前記した第1の実施の形態における電機子鉄心5aの構成を、回転子鉄心に適用したことにある。即ち、電機子鉄心5aは従来の磁性鋼板からなる磁性材料の積層構造として、永久磁石3からなる回転子4aの磁極極性の判定のための高磁束密度領域を回転子鉄心4aに設けたものである。この高磁束密度領域の形成には、前記第1の実施の形態で述べたと同様に、磁性鋼板、けいそ鋼板等の磁性材15aからなる電気鋼板と、非磁性材16aからなる鋼板とを交互に軸方向に積層して、磁性材15aと非磁性材16aとの割合が等分となるようにして円筒状に形成したものである。この構成においても、回転子鉄心2aに占める磁性材15aの軸方向の断面積は、非磁性材16aを用いない従来の回転子鉄心2の1/2となり、永久磁石3から発生し回転子鉄心2aを通る磁束(図11の

14)は、磁気抵抗の低い磁性材15aの部分を通るために、磁束密度は2倍となる。従って、磁性材15aと非磁性材16aとの積層割合を選定することにより回転子鉄心4aを構成する磁性材15aの部分の磁束密度を磁化特性状の変曲点付近に達するように構成することができる。また、高磁束密度領域を形成する回転子鉄心2aは直流磁場中であるので、前記したように第1の実施の形態での高磁束密度領域が交流磁場中の電機子鉄心5aに形成されることによる鉄損の増加を避けることができる。

#### 【0018】実施の形態3

図3は、この発明の第3の実施の形態になる永久磁石形同期電動機の要部断面図である。図3に示すように、この回転子4bの回転子鉄心2bは突極構造をしており、その外周に円筒状の永久磁石3aを軸方向に挿着して設置して、回転子鉄心2bの突極部21bに当接している磁極を着磁して構成している。そして、この回転子鉄心2bの構造では、突極部21b間の切り欠き部22bを大きく取り、この切り欠き部22bの下の回転子鉄心2bの磁極片部23bの厚さを薄く形成している。このような構成とすることにより、前記磁極片部23bを永久磁石3aの主磁束路とすることにより、この磁極片部23bに高磁束度領域を形成させることができる。上記の回転子構成において、回転子鉄心2bと回転子軸1とが磁気遮断されてない構造からなるものは、回転子鉄心2bと回転子軸1との境界面に円筒状の非磁性層16bを密着して配して、磁気的に切り離すように構成すれば磁極片部23bの高磁束密度を保つことができる。

#### 【0019】実施の形態4

図4~図6は、この発明の第4の実施の形態になる永久磁石形同期電動機の要部断面図であり、図4は永久磁石形同期電動機の構成図、図5及び図6は回転子鉄心と非磁性層との結合部を示す構成図である。この第4の実施の形態は、永久磁石の主磁束路となる回転子鉄心全体の径方向の厚さを薄く構成したものである。即ち、図4に示すように、回転子4cの回転子鉄心2cの内周側は円筒状の非磁性層16cとして、その外周に厚さの薄い回転子鉄心2cを挿着して、円筒状の永久磁石3bから発生する磁束の回転子鉄心2cの磁束路を狭くすることにより磁束密度を上げて、高磁束度領域を形成させるものである。前記した回転子鉄心2cと非磁性層16cとの結合は、図5及び図6に示すように回転子鉄心2cの内周側に突出する凸部状の突出部21cを設けて、この突出部21cに対向する非磁性層16cに設けられた凹部161cと嵌合するよう結合部18を構成して行う。この場合に、永久磁石3bの極間に前記した結合部を設置すると、図5の実線で示すように結合部18の回転子鉄心2cの突出部21cで磁束路が拡張されて磁束密度が低下するので、前記した回転子鉄心2cと非磁性層16cを結合する結合部161cは、図6のように永久磁石3

bの磁極直下に設けるようにする。

【0020】実施の形態5

図7～図10は、このこの発明の第5の実施の形態になる埋め込み式永久磁石形同期電動機の回転子の要部断面図であり、図7及び図8はそれぞれ異なる構成からなる回転子鉄心の上部断面図、図9及び図10はそれぞれ異なる構成からなる永久磁石の構成を示す回転子鉄心の部分断面図である。この実施の形態5からなる永久磁石形同期電動機の回転子は、回転子鉄心中の横軸(q軸)上に板状の永久磁石を埋め込む埋め込み式永久磁石形同期電動機における回転子鉄心に高磁束領域を形成するようにしたものであり、前記したように回転子鉄心に複数の貫通孔を設けて、これらの貫通孔間を磁束路とすることにより回転子鉄心の磁束密度の上昇を図るものである。

【0021】図7にその実施例1を示す。この回転子鉄心2dには、回転子鉄心2dのq軸上に埋め込んだ図のように着磁された板状の永久磁石3cの矢印で示す回転子鉄心2dの径方向に向かう磁束と交差し、この磁束の進行を阻害する方向に周方向に延びる複数のスリット19を回転子鉄心2dの軸方向に設けてある。これにより、スリット19間の狭い隙間部が磁束路となるので、これらのスリット19間に磁束を集中させることにより、回転子鉄心2dに高磁束密度領域を形成させることができる。図7に示すスリット19は回転子鉄心2dに5段設けたものであるが、このスリット19を多数段設けることにより、回転子鉄心2dの面に網状に磁束路が広がり高磁束密度領域の拡大が可能となり、磁極極性の検出のために印加する電機子巻線のパルス電圧に対する応答電流の差を大きくすることができ、磁極極性の判別を容易化する。

【0022】また、図8の実施例2は、永久磁石3cからの主磁束路を阻害する貫通孔の形状を多角形の蜂の巣状20状に回転子鉄心2eを穿ち設けたものである。このような構成とすることにより網状の鉄心部は回転子全体に行き渡り、前記した実施例1より高磁束密度領域を拡大することができ、永久磁石3cの極性の判別が更に行い易くなる。なお、この実施例2では、磁束の並列磁路数が増加するので、網状の鉄心部間を充分に細くなるように形成して高磁束密度の確保ができるように構成する。

【0023】なお、前記した埋め込み式永久磁石形同期電動機においては、図9に示すように回転子鉄心2fのq軸に埋め込む板状の永久磁石3dの形状を台形状にして、その幅広の底部が回転子軸1の軸心方向となるように配置して、前記した永久磁石3dにあわせた形状の回転子鉄心2fとともに回転子軸1に固定するようにする。このような構成とすることにより、回転子4dの回転時の遠心力により永久磁石3dが回転子鉄心2fの外周部への飛び抜けるのを防止することができるので、回転子鉄心の外周にバインドを巻回して永久磁石を固定す

る措置を講じなくてもすみ、構造簡単で、より経済的な構成とができる。また、回転子軸1の方向に向かうにしたがって永久磁石3dの厚み寸法が大きくなる構造であるので、発生磁束が増加して回転子鉄心2f中の高磁束密度領域を得やすくなる。

【0024】更に、埋め込み式永久磁石形同期電動機の場合には、永久磁石の回転子軸を経由する短絡磁束による回転子鉄心の磁束密度の低減が問題となる。したがって、回転子軸を非磁性材にするか、または永久磁石と回

10転子軸との間に非磁性層を設ける必要がある。そこで、図10のように、磁性材からなる回転子軸1aを用いて、この回転子軸1aの外周に円筒状の永久磁石24を挿着して、その外周に永久磁石3eを埋め込んだ回転子鉄心2gを配置する構成とする。これにより回転子鉄心2gの径方向に向かう永久磁石3eの発生磁束が回転子軸1aに短絡しないようにすることができるので、前記円筒状の永久磁石24が非磁性層を形成して永久磁石3eと磁性材からなる回転子軸1aとを磁気的に切り離すことができ、高価な非磁性材料を回転子軸を用いる必要がなく、より経済的な回転子を製作できる。また、上記の回転子構成において、円筒状の永久磁石24を図10に示すように着磁することにより、この永久磁石3eと円筒状の永久磁石24との発生磁束の相乗効果により、総磁束量が増し、回転子鉄心2g中に高磁束密度領域を形成することができる。また、回転子鉄心2g、円筒状の永久磁石24及び磁性材からなる回転子軸1a間のそれぞれの結合構造は、先ず回転子軸1aに永久磁石24を挿着して、この永久磁石24と回転子鉄心2gとを直接結合せずに、回転子軸1aの軸端にて回転子鉄心2gと機械的に結合するようにして構成する。これにより各構成部品を相互に密着固定した回転子を構成することができる。

【0025】

【発明の効果】以上のように、この発明においては、永久磁石形同期電動機の固定子を構成する電機子鉄心、または回転子鉄心の構造を、磁性材と非磁性材とを交互に軸方向に積層するようにした。これにより、鉄心の軸方向に占める磁性材の体積を縮小するようになったので、残留磁束密度の低いフェライトからなる永久磁石を設けた

40回転子においても鉄心に高磁束密度領域を形成させることができ、電機子巻線のパルス電圧に対する磁極の極性による応答電流の差を大きくすることができ、磁極極性の判別を可能とすることができます。

【0026】また、円筒状の永久磁石を回転子鉄心に配して、この回転子鉄心を突極構造として極間の厚さの薄い鉄心部分、または回転子鉄心自体の厚さを薄くして、これらの回転子鉄心薄部を永久磁石の磁束路とすることにより磁極判別のための高磁束密度領域を得ることができます。更に、埋め込み式永久磁石形同期電動機の構成に

50おいても、回転子鉄心に永久磁石からの主磁束路を阻害

する複数の貫通部を設けて、これらの貫通部間の鉄心に磁束を集中させることにより、前記した高磁束密度領域を構成することができる。これにより、前記したように高保持の残留磁束密度の大きい高価な永久磁石を用いることなしに、回転子鉄心の磁束密度を磁化特性上の変曲点付近になるように形成できるので、回転子の磁極の位置と極性を検出することが可能な電動機を安価に製作できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施の形態になる永久磁石形同期電動機の要部断面図である。

【図2】この発明の第2の実施の形態になる永久磁石形同期電動機の要部断面図である。

【図3】この発明の第3の実施の形態になる永久磁石形同期電動機の要部断面図である。

【図4】この発明の第4の実施の形態になる永久磁石形同期電動機の要部断面図である。

【図5】図4の回転子鉄心と非磁性層との結合部を示す構成図である。

【図6】図4の回転子鉄心と非磁性層との結合部の図5とは異なる構成図である。

【図7】この発明の第5の実施の形態になる埋め込み式永久磁石形同期電動機の回転子鉄心の構成の実施例を示す上部断面図である。

【図8】この発明の第5の実施の形態になる埋め込み式永久磁石形同期電動機の回転子鉄心の構成の図7とは異なる実施例を示す上部断面図である。

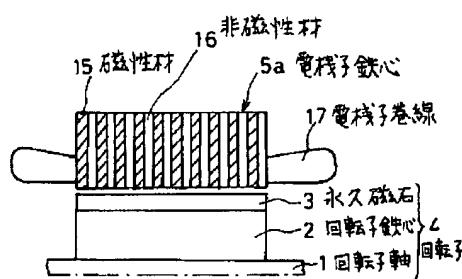
【図9】この発明の第5の実施の形態になる埋め込み式永久磁石形同期電動機の回転子鉄心の永久磁石の構成を示す回転子鉄心の部分断面図である。

【図10】この発明の第5の実施の形態になる埋め込み式永久磁石形同期電動機の回転子鉄心の図9とは異なる構成からなる永久磁石の構成を示す回転子鉄心の部分断面図である。

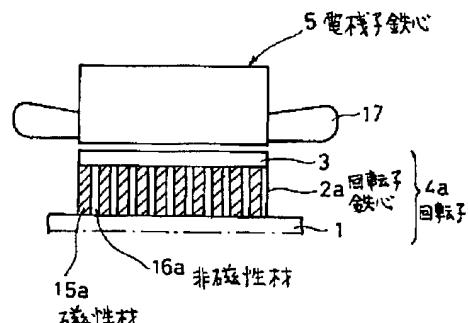
## 【符号の説明】

1	回転子軸
1 a	回転子軸
2	回転子鉄心
2 a	回転子鉄心
2 b	回転子鉄心
2 c	回転子鉄心
2 d	回転子鉄心
2 e	回転子鉄心
2 f	回転子鉄心
2 g	回転子鉄心
3	永久磁石
3 a	永久磁石
3 b	永久磁石
3 c	永久磁石
3 d	永久磁石
3 e	永久磁石
4	回転子
4 a	回転子
4 b	回転子
4 c	回転子
4 d	回転子
5	電機子鉄心
5 a	電機子鉄心
15	磁性材
15 a	磁性材
16	非磁性材
16 a	非磁性材
17	電機子巻線
3	永久磁石
2	回転子鉄心
1	回転子
15 a	磁性材
16 a	非磁性材

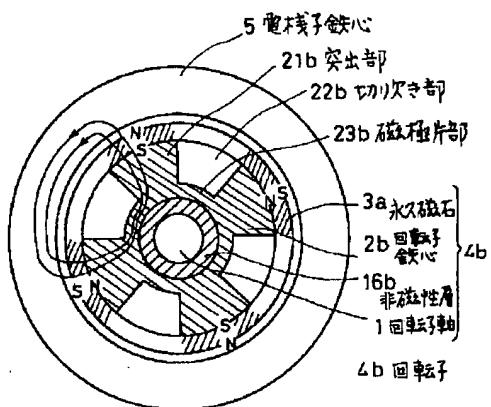
【図1】



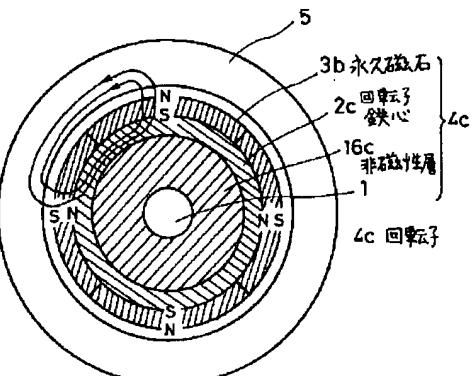
【図2】



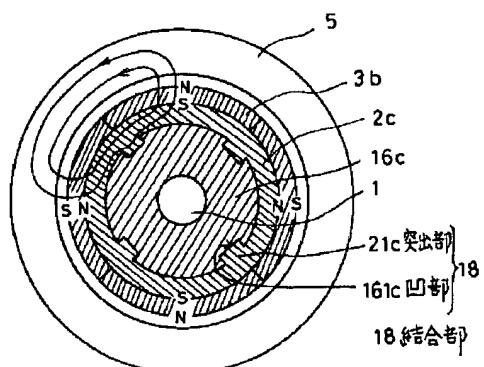
【図3】



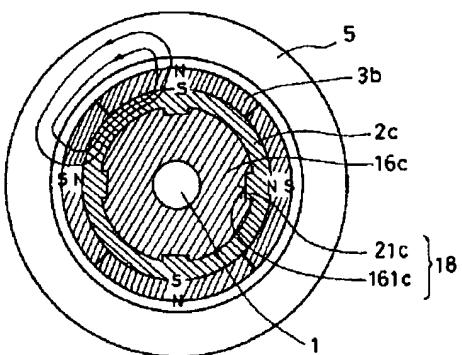
【図4】



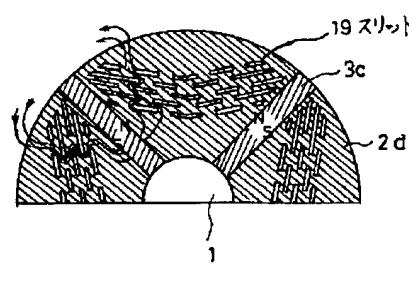
【図5】



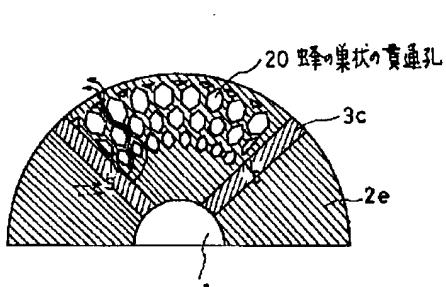
【図6】



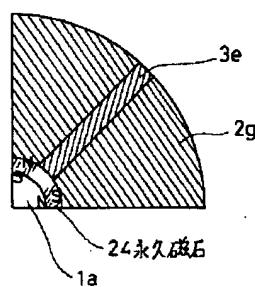
【図7】



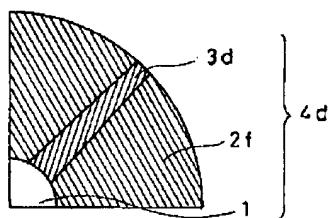
【図8】



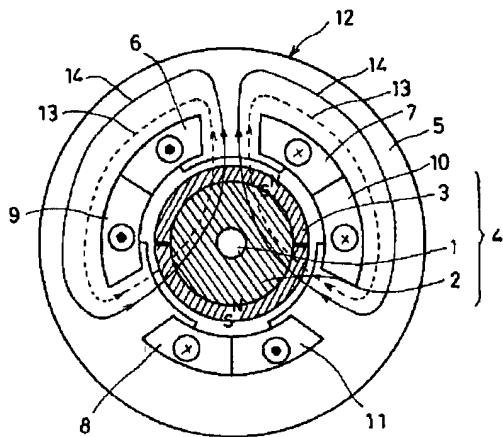
【図10】



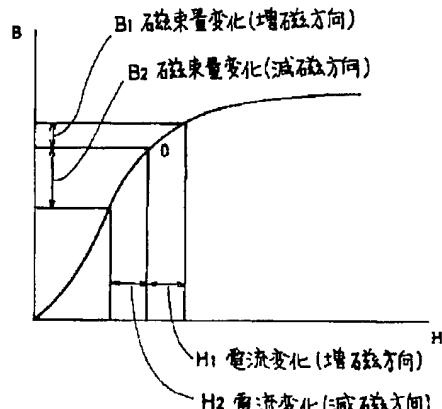
【図9】



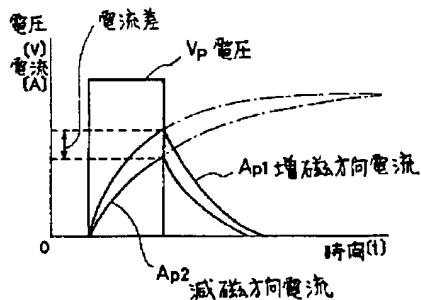
【図11】



【図12】



【図13】



## 【手続補正書】

【提出日】平成7年11月14日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

## 【補正内容】

## 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施の形態になる永久磁石形同期電動機の要部断面図である。

【図2】この発明の第2の実施の形態になる永久磁石形同期電動機の要部断面図である。

【図3】この発明の第3の実施の形態になる永久磁石形同期電動機の要部断面図である。

【図4】この発明の第4の実施の形態になる永久磁石形同期電動機の要部断面図である。

【図5】図4の回転子鉄心と非磁性層との結合部を示す構成図である。

【図6】図4の回転子鉄心と非磁性層との結合部の図5

とは異なる構成図である。

【図7】この発明の第5の実施の形態になる埋め込み式永久磁石形同期電動機の回転子鉄心の構成の実施例を示す上部断面図である。

【図8】この発明の第5の実施の形態になる埋め込み式永久磁石形同期電動機の回転子鉄心の構成の図7とは異なる実施例を示す上部断面図である。

【図9】この発明の第5の実施の形態になる埋め込み式永久磁石形同期電動機の回転子鉄心の永久磁石の構成を示す回転子鉄心の部分断面図である。

【図10】この発明の第5の実施の形態になる埋め込み式永久磁石形同期電動機の回転子鉄心の図9とは異なる構成からなる永久磁石の構成を示す回転子鉄心の部分断面図である。

【図11】永久磁石形同期電動機において、回転子に設けられた永久磁石及び電機子巻線に流した電流による磁束を示す図である。

【図12】電機子鉄心の磁化特性と磁束密度との関係を

示す線図である。

【図13】電機子巻線にパルス電圧を印加した時の電流  
を示す線図である。

【符号の説明】

1	回転子軸	3 d	永久磁石
1 a	回転子軸	3 e	永久磁石
2	回転子鉄心	4	回転子
2 a	回転子鉄心	4 a	回転子
2 b	回転子鉄心	4 b	回転子
2 c	回転子鉄心	4 c	回転子
2 d	回転子鉄心	4 d	回転子
2 e	回転子鉄心	5	電機子鉄心
2 f	回転子鉄心	5 a	電機子鉄心
2 g	回転子鉄心	15	磁性材
3	永久磁石	15 a	磁性材
3 a	永久磁石	16	非磁性材
3 b	永久磁石	16 a	非磁性材
3 c	永久磁石	16 b	非磁性層
		16 c	非磁性層
		19	スリット
		20	蜂の巣状の貫通孔
		24	永久磁石